HISTOIRE PHYSIOLOGIQUE ET CHIMIQUE

DE

L'AIR QUE L'ON RESPIRE

Par le R. P. JOS. C. CARRIER, C. S. C.

CAUSERIE SCIENTIFIQUE SUR L'AIR QUE L'ON RESPIRE

I

SOMMAIRE.—Propriétés physiques et chimiques de l'air.—Sa nature.—Eléments qui le constituent.—Corps gazeux disséminés dans l'air ; leur provenance et leurs effets physiologiques.—Miasmes.—L'atmosphère.—Hauteur et densité de la colonne d'eau.—Pression atmosphérique et moyens de la déterminer.—Baromètre. Variations barométriques.—Emploi du baromètre pour déterminer la hauteur des montagnes et l'état du ciel.—Formation des vents et des nuages.

TOUT d'abord, qu'est-ce que l'air ? Les anciens alchimistes et chimistes et tous les autres savants, jusque vers le milieu du 18[eme] siècle, qualifiaient de ce nom tout fluide aériforme invisible, élastique, impondérable et permanent qui se trouve dans la nature. C'est ainsi qu'ils appelaient, dans leur espèce de jargon scientifique l'air que nous respirons, air *respirable* ou *vital ;* le gaz oxygène, air *déphlogistiqué* ou *air de feu ;* le gaz hydrogène, *air phlogistiqué* ou *inflammable*, parce que ce dernier, disaient-ils, contenait du phlogistique, principe existant dans tous les corps combustibles, tandis que le premier en était dépourvu ; l'acide carbonique, *air fixe* (autre élément toujours présent) ou *méphitique*, etc., etc. Ils considéraient aussi l'air respirable comme un des quatre éléments de la nature universelle. Aussi lui faisaient-ils jouer avec l'eau et le feu, un rôle très considérable dans la formation des corps du monde physique. La science moderne a démontré pleinement la fausseté de ces notions ; et on ne parle plus maintenant de phlogiston, d'air inflammable, d'air méphitique, etc., que par mémoire, et pour montrer les aberrations d'une science qui était restée pendant tant de siècles à l'état permanent d'enfance. N'en parlons donc pas autrement ici. Tous les physiciens modernes s'accordent à définir l'air ordinaire, c'est-à-dire l'air atmosphérique : un fluide gazeux que tous les animaux et toutes les plantes respirent, et qui constitue cette bande immense qui, comme un épais manteau, enveloppe la terre de toutes parts, et que l'on nomme atmosphère, terme dérivé de deux mots grecs : *atmos*, vapeur ou gaz ; et *sphaïra*, globe ou sphère, c'est-à-dire sphère de vapeur. Etudions cet air atmosphérique de plus près, et voyons-en d'abord les propriétés physiques et chimiques.

L'air ne tombe sous les sens que partiellement et dans certaines conditions spécifiques ou déterminées. C'est ainsi qu'il paraît incolore quand il ne forme pas une couche ou strate très

épaisse ; mais lorsqu'il est en masse considérable, il présente ce bel aspect bleuâtre que l'on voit, surtout en hiver, par un temps froid, sec et pur : ce que l'on attribue généralement à certaines vapeurs qui y sont contenues et qui réfléchissent particulièrement le rayon spectral bleu. Il n'est perceptible à l'ouïe que lorsqu'il est mis en mouvement ; il affecte alors, d'une manière très sensible, le sens général du toucher, encore plus que celui de l'audition. Il est probable qu'il est doué d'*odeur* et de *saveur*, puisqu'il contient toujours, comme nous allons bientôt le voir, de l'acide carbonique et de l'ammoniaque, quoiqu'en assez faible quantité. Cependant, en général, on n'y découvre point ces qualités-là ; mais cette inhabileté de notre part peut venir de l'habitude où nous sommes tous de le respirer dès notre naissance. L'air est essentiellement *mobile* puisqu'il fait partie intégrante de la terre qui tourne par un mouvement de rotation sur son axe et de révolution autour du soleil et qu'il est, en outre, sans cesse agité par le changement de conditions des forces atmosphériques. Il est aussi, comme le sont tous les gaz, *très élastique*, ce qui le rend susceptible d'une grande expansibilité et d'une égale compressibilité. Les anciens rangeaient, comme nous venons de le dire, l'air au nombre des corps impondérables ; mais on démontre maintenant, de plus d'une manière, qu'il est *pesant*, et sa pesanteur est même très exactement déterminée, sous toutes les conditions où il se présente. C'est ainsi, par exemple, que le célèbre chimiste Regnault a trouvé, au moyen de la balance chimique, qu'un litre d'air à l'état normal, sous une pression de 760 millimètres et à la température 52°08 centigrade, pèse juste 1 gramme et 2932 dix-millièmes de gramme, ce qui le rend à peu près 14 fois et demi plus pesant que l'hydrogène, le plus léger des gaz et dont un litre ne pèse que 896 millièmes de gramme. Le physicien italien, Torricelli, fut le premier qui, vers le milieu du 17ème siècle démontra cette propriété de l'air. Plus tard, le célèbre Pascal confirma, par de nouvelles expériences, la découverte du savant Florentin, l'élève et le disciple de Galilée. On ne croit pas que l'air soit un fluide *permanent*, pas plus que ne le sont tous les gaz ; c'est-à-dire qu'il ne puisse jamais se laisser ni liquéfier ni solidifier ; mais on n'a pas réussi jusqu'à ce jour à le faire. Cependant, on est très bien parvenu à liquéfier et même à solidifier non seulement l'oxygène, mais aussi l'azote et l'hydrogène, et d'autres gaz encore. Le chimiste génevois Pictet a, le premier, produit de l'oxygène sous une forme liquide assez semblable à l'eau ordinaire ; et sous une forme solide, de la grosseur d'un œuf de pigeon, ayant tout-à-fait l'apparence de la neige. Quant à l'hydrogène, il a été

liquéfié sous une pression de 650 atmosphères, c'est-à-dire de près de 1350 livres, (1 atmosphère étant de 1,033 grammes sur un centimètre carré de surface), et par un refroidissement de 140 degrés centigrades. Le liquide ainsi obtenu, a été solidifié par évaporation et, dans ce nouvel état, présente une coloration acier-bleuâtre ; ce qui semblerait appuyer l'opinion du chimiste écossais, Graham, qui veut que l'hydrogène soit un métal et devrait être appelé hydrogénium.

J'ai dit que l'air n'était pas, comme le croyaient les anciens chimistes, *un des éléments* de la nature. J'ajoute que ce n'est pas, non plus, un *composé* chimique, mais bien un simple *mélange* de divers gaz. Lavoisier a, le premier entre les chimistes modernes, en 1774, il y a donc un peu plus de cent ans, démontré par une série d'expériences extrêmement intéressantes d'analyse et de synthèse, qu'il serait trop long d'expliquer ici mais qui se trouvent dans tous les traités de chimie, le vrai caractère de l'air atmosphérique, et préparé la connaissance de sa composition exacte. Il était réservé à Régnault, un contemporain, d'en fixer, par une élaboration savante, très minutieuse et précise, ses divers éléments constitutifs, en volumes et en poids. De nombreuses analyses d'air recueilli en diverses places du globe terrestre, et à différentes hauteurs, ayant montré une remarquable et constante uniformité dans sa composition, quelques savants ont été portés à croire que c'était une véritable combinaison chimique de ses deux principaux gaz constitutifs, l'oxygène et l'azote ; mais des expériences nombreuses, par voie d'analyse aussi bien que de synthèse, ont prouvé à n'en pas douter, que ce n'est qu'un simple mélange. En effet, lorsque deux gaz se combinent, il y a toujours dégagement de lumière et de chaleur. La combinaison se fait toujours entre eux suivant des rapports simples en volumes, et suivant la proportion simple de leurs poids atomiques. De plus, s'il avait combinaison, les deux gaz dissous dans l'eau devraient présenter dans ce milieu-là, exactement la même composition que l'air atmosphérique ; cela est évident. Or, c'est le contraire de tout cela qui est démontré : il n'y a aucune production de chaleur et de lumière en composant de l'air ordinaire ; les quantités requises pour le former ne sont pas, en volumes et en poids atomiques, dans des rapports simples ; l'oxygène et l'azote n'ont pas le même degré de solubilité dans l'eau, c'est-à-dire que chaque gaz s'y dissout comme s'il était seul ; et enfin leur union ne donne naissance à aucune propriété nouvelle. L'air atmosphérique n'étant ni un élé-

ment, ni un composé chimique, n'est donc pas rigoureusement parlant un gaz (1), *ce n'est qu'un fluide aériforme ou gazeux.*

Quels sont les constituants de ce fluide gazeux que l'on nomme *air atmosphérique*? Les voici : 1° l'oxygène—l'élément actif—dans la proportion moyenne de 20 et 8 dixièmes pour cent en volume, et de 23 et un dixième pour cent en poids ; 2° le nitrogène ou azote—l'élément passif— dans la proportion moyenne de 79 et 2 dixièmes pour cent en volume, et de 76 et 9 dixièmes pour cent en poids ; 3o le gaz acide carbonique, ou bioxyde de carbone dans une proportion qui peut varier entre 4 et 10 parties sur 10,000 d'air ; 4° la vapeur d'eau, également en quantité variable, mais qui peut être comprise entre $\frac{1}{80}$ et $\frac{1}{200}$ du volume d'air; 5° le gaz ammoniaque et l'acide nitrique en très petite quantité, et seulement après les pluies d'orage, où l'on reconnaît aussi une assez notable quantité d'oxygène sous la forme allotropique d'ozone. Et, enfin, dans les villes, des traces de sulfure d'hydrogène, d'oxyde sulfureux, et de divers hydro-carbures. (2)

(I) Il n'y a que 35 gaz connus en chimie, dont quatre sont simples ; 5 autres se trouvent libres dans la nature, comme binaires ; 25 autres s'obtiennent dans les laboratoires au moyen de réactions chimiques ; et de plus un nouveau gaz récemment découvert, dont nous parlerons plus loin.

(2) Il semble démontré aujourd'hui que l'azote de l'air y existe à l'état de combinaison avec un corps inconnu jusqu'en ces derniers temps, plus pesant que l'azote lui-même, et qui constituerait un nouvel élément. Voici d'ailleurs, ce que nous lisons au sujet de ce nouveau gaz, dans le Courrier de l'Erudition du journal parisien l'*Univers*, sous la date du 21 février de cette année. L'article est signé : U. VIAL.

" Deux chimistes anglais célèbres, lord Rayleigh et William Ramsay communiquaient il y a quelques semaines, à la Société Royale de Londres, une découverte extraordinaire qui plongea la docte assemblée dans un abîme de stupéfaction.

Ces messieurs affirmaient, en effet, qu'ils avaient découvert un nouveau corps simple, non pas un de ces métaux rares que l'analyse spectrale décèle dans un minerai rarissime, mais un gaz—un gaz constitutif de l'atmosphère—un gaz qui occupe à peu près le centième de l'air que nous respirons, que nous analysons tous les jours dans nos laboratoires. L'acide carbonique qui n'occupe que les 4 dix-millièmes du volume de l'atmosphère est connu depuis longtemps, dosé et pesé, et voici un gaz qui constitue à lui seul un centième de ce volume et qui a échappé aux cornues des chimistes les plus illustres !

Les vénérables savants de la Société Royale se regardaient les uns les autres avec des yeux où l'étonnement, l'incrédulité, le dédain se lisaient à doses à peu près égales. Personne ne sourit cependant., lord Rayleigh et William Ramsay n'étant point de ces savants qui parlent à la légère ou qui donnent à rire. La nouvelle de l'étrange découverte fut accueillie à Paris avec un certain scepticisme. Toutefois, des deux côtés de la Manche, on conclut, étant donnée la notoriété des inventeurs, qu'il fallait poursuivre les expériences et s'assurer, par exemple, si le nouveau gaz n'était pas tout simplement de l'azote modifié, comme l'ozone n'est que de l'oxygène électrisé.

Aujourd'hui tous les doutes sont levés : le nouveau gaz est bien un gaz à part, ignoré jusqu'ici et qui vient augmenter d'une unité la liste des corps

Les proportions moyennes que nous venons de donner, soit en poids, soit en volumes, de l'oxygène et de l'azote sont presque constantes : elle ne varient que fort peu, quelles que soient les localités ou les hauteurs où l'on prenne l'air. Il n'en est pas de même de la vapeur d'eau et du bioxyde de carbone. La vapeur d'eau se trouve en bien plus considérables quantités dans certaines parties du globe que dans d'autres ; au-dessus de la zone torride qu'au-dessus des autres zones ; l'après-midi que la matinée ; dans l'intérieur des continents que sur le bord des océans ; dans les plaines qu'au sommet des montagnes ; en été qu'en hiver. L'acide carbonique est en quantité notablement plus grande dans l'air des villes que dans celui des campagnes ; dans des locaux remplis de monde que dans des appartements vides ou quasi vides ; avant une forte pluie d'orage qu'après ; le soir que le matin ; au-dessus des terres qu'au-dessus des mers, surtout quand les unes et les autres ont une grande étendue en superficie ; lorsque le soleil est absent ou voilé que lorsqu'il est présent et qu'il luit.

La vapeur d'eau se produit uniquement par l'évaporation qui se fait en tous temps et en tous lieux, mais surtout en été et au-dessus des eaux fortement échauffées par l'ardeur du soleil, comme le sont celles qui entourent l'équateur terrestre.

La quantité de vapeur d'eau dans l'air atmosphérique subit donc

simples déjà connus. Aussi, bien avant de connaître toutes ses propriétés, lui a-t-on donné un nom pour lui tout seul, un vrai nom scientifique et tiré du grec. Le nouveau venu s'appelle l'Argon, du mot grec *argon* qui signifie inactif.

Mais écoutons M. Berthelot qui, dans la séance du 4 février, a présenté le jeune et déjà célèbre gaz à l'Académie des sciences.

"Le point de départ de la découverte résulte de la comparaison de la densité de l'azote préparé par divers procédés avec celle de l'azote extrait directement de l'atmosphère. L'azote préparé au moyen du bioxyde ou du protoxyde d'azote, de l'urée ou du nitrite d'ammoniaque, toujours avec le concours d'un métal à la température rouge, ou bien à froid, au moyen du nitrite d'ammoniaque, possède constamment la même densité ; le litre pèse 1 gr. 2505. L'azote extrait de l'atmosphère, soit au rouge au moyen d'un métal, soit à froid au moyen de l'hydrate ferreux, pèse constamment 1 gr. 2772.

"Ainsi, l'azote atmosphérique pèse environ 6 milligrammes et demi par litre de plus que l'azote chimiquement pur extrait des divers composés azotés. Comme contrôle, les deux savants anglais eurent l'idée de soutirer l'azote de l'atmosphère au moyen du magnésium. L'azoture de magnésium ainsi obtenu ne contenait nécessairement que de l'azote chimiquement pur. Par diverses transformations, ils réussirent à extraire de cet azoture le gaz, tel qu'il y était combiné. Cet azote-là pesait 1 gr. 2505, comme s'il provenait de la décomposition d'un corps azoté et quoiqu'il eût été puisé directement dans l'atmosphère. La conclusion ? C'est que dans l'atmosphère, l'azote est mêlé à un gaz plus lourd que lui."

Il est bon, d'ailleurs, d'ajouter que tous les éléments de ce nouveau gaz ne nous sont pas encore connus. Ainsi nous ne connaissons encore ni son équivalence, ni son poids atomique, ni les combinaisons qu'il forme avec d'autres corps simples ou composés.

des variations très fortes, selon les lieux, les saisons et surtout le degré de température. On n'est pas encore parvenu à déterminer la valeur absolue de cette quantité à son état maximum, c'est-à-dire jusqu'à complète saturation. Le savant génevois de Saussure pense qu'en moyenne, elle serait à peu près de 20 milligrammes pour un décimètre cube, ou une pinte d'air à la température de 19 degrés centigrade. Il ajoute que l'air ne contient guère que les 4 dixièmes, (il faudrait plutôt dire les 6 dixièmes,) de la vapeur totale qu'il peut contenir, et qu'il ne renferme jamais moins que les 15 centièmes de cette quantité ; et c'est ce minimum qu'atteint l'air au-dessus de la mer Morte, en Palestine, pendant le simoun, vent brûlant qui souffle à l'époque des équinoxes du fond des déserts de l'Arabie et du Sahara africain. (1) On mesure la quantité de vapeur d'eau que l'air contient, en un lieu et à une époque quelconque, au moyen d'un instrument appelé hygromètre. Je ne décrirai pas les diverses formes de cet utile instrument : cela m'entraînerait trop loin. Je me contenterai de dire que les hygromètres chimiques consistent tout simplement à faire passer un volume connu d'air—un gallon, par exemple—sur une substance qui absorbe très facilement les vapeurs d'eau ; tel, par exemple, le chlorure de calcium. Ayant dûment pesé la substance absorbante avant le passage de l'air, on la pèse encore après son passage, et l'on voit qu'il y a excès de poids. Cet excès de poids représente exactement la quantité de vapeur d'eau contenue dans un gallon d'air. On dit que l'air est saturé, quand il contient toute la vapeur d'eau qu'il peut porter à un degré donné de température. Ainsi, un mètre cube d'air à 0 degré centigrade est saturé avec 5 grammes et demi d'eau ; à 10 degrés, avec 9 grammes et 3 quarts ; à 25 degrés, avec 22 grammes et demi.

Il n'y a pas, comme on serait porté à le croire, que les corps essentiellement aqueux qui s'évaporent plus ou moins rapidement ; l'évaporation a lieu dans tous les corps non anhydriques, et à toutes les températures : le corps de l'homme comme celui de tous les animaux, produit, par la sueur, la perspiration et la respiration, une évaporation à tous les instants de son existence, qu'il soit en repos ou en mouvement, en santé ou en maladie. Les physiologistes nous disent que la quantité de perspiration seule, chez les hommes adultes, est en moyenne de deux livres dans les 24

(1) Lorsque l'air est refroidi, l'excès d'humidité se précipite sur la terre sous forme de pluie. Si donc un mètre cube d'air à 25° degrés est refroidi à 10 degrés, il y aura une précipitation de 12 grammes et 3 quarts d'eau ; c'est-à-dire, 22.50 gr.—9.75 gr. donne 12.75 gr. d'eau précipitée.

heures, c'est-à-dire d'une pinte. La glace elle-même s'évapore, et cela assez rapidement, surtout à sa surface extérieure.

L'acide carbonique provient de toute combustion, soit rapide, soit lente, de toute décomposition de matières animales ou végétales, et de la respiration de tous les animaux. Mais les plantes vivantes, au lieu de produire de l'acide carbonique, l'absorbent par leur feuillage. C'est ce qui fait que malgré l'immense quantité de cet acide, provenant d'innombrables sources, qui est répandu dans l'atmosphère, la proportion de ce gaz délétère y est à peu près toujours la même. C'est-à-dire, que la production du bioxide de carbone est toujours et partout en proportion directe avec son absorption Plus il y a d'acide carbonique dans l'air, plus aussi la végétation est active et luxuriante, et *vice versà :* là où l'air est très pur, les plantes languissent et végètent péniblement. Nous venons de dire que la proportion de l'acide carbonique dans l'air libre est à peu près toujours et partout la même. Il y a cependant quelques localités sur notre globe où la quantité de cet acide vénéneux est tellement en excès qu'aucun animal ne peut y vivre une seule heure. Tels sont la " Grotte du Chien " dans le royaume de Naples, près du lac Agnano ; une région d'une certaine étendue dans l'intérieur de l'île de Java ; le voisinage de certains volcans de l'archipel indien, et d'autres lieux encore.

L'ammoniaque qui est un composé d'hydrogène et d'azote—un azoture d'hydrogène.—n'est contenu dans l'air atmosphérique qu'en très petite quantité. On évalue cette quantité de 1 à 50 parties sur un million d'air, selon la localité. Ce gaz ainsi disséminé dans l'air est entraîné vers la terre par les eaux de pluie et donne ou plutôt rend à la végétation l'azote dont elle est avide, et dont sa décomposition l'avait privée. La précipitation de l'ammoniaque sur le sol est surtout abondante pendant la chute des premières pluies ou des premières neiges. C'est principalement pour cette raison que la neige est justement appelée, en agronomie, le fumier du pauvre laboureur.

L'acide azotique que l'on nomme vulgairement eau forte,—l'*aqua fortis* des anciens alchimistes,—se trouve aussi dans l'air, mais en fort petite quantité, et plus particulièrement après les orages accompagnés d'éclairs et de tonnerre. Aussi croit-on, généralement, que sa formation est due à l'électricité qui, sillonnant l'air en tous sens, cause ainsi la combinaison de l'oxygène et de l'azote de l'air : ce qui est l'acide nitrique. Il est ensuite lavé sur la terre par les eaux de pluie, comme l'est aussi l'ammoniaque et autres gaz qui se trouvent parfois dans l'air, tels que certains hydro-

carbures aux alentours des manufactures de gaz et d'autres produits du même genre ; et dans les grandes villes et près des volcans, du sulphure d'hydrogène, de l'oxide sulphureux et de l'oxide chlorhydrique ; mais ces gaz-là n'existent dans l'air atmosphérique, dans ces conditions génératrices, qu'en si petite quantité qu'on ne les évalue pas en chiffres. On dit seulement qu'il y en a des *traces*.

Bien que ces gaz soient tous plus ou moins nuisibles à la santé de l'homme et des animaux, il y a aussi dans l'air des matières très légères qui souvent y flottent tout en se putréfiant, et qui sont bien autrement pernicieuses encore : je veux parler des *miasmes*. J'entends, par ce mot, ces matières extrêmement ténues qui se dégagent continuellement et en grande abondance, dans tous les lieux où des matières végétales et animales, privées de vie, sont exposées à l'action combinée dissolvante de la chaleur et de l'humidité ; et c'est ce qui a lieu surtout dans les régions tropicales ou sous-tropicales. Une autre source féconde de miasmes malfaisants provient de la respiration de l'homme et des animaux, surtout pendant la période de croissance. La combustion très active qui s'opère, surtout à cet âge-là, dans leurs poumons, cause incessamment la désintégration de matières usées, mortes, de nature épithélielle, qui doivent être éliminées du corps, et que les physiologistes appellent du nom de vapeurs animales. C'est l'accumulation de cette vapeur animale délétère dans les locaux remplis d'un grand nombre de personnes, surtout si ces personnes sont des adolescents ou des malades, et où une ventilation constante n'est pas facile, comme le sont les dortoirs, les salles d'étude, les théâtres, les hôpitaux, etc., qui cause cette odeur infecte et repoussante que l'on ressent en entrant dans ces lieux. Cette vapeur ou excrétion animale est bien plus préjudiciable à la santé que l'acide carbonique qui se forme et se dégage en même temps, et par le même procédé. On croit très généralement aujourd'hui que ces miasmes de l'air offrent un milieu des plus favorables pour la conservation et la production d'une foule de microbes de toutes les espèces, et qui étant respirés par les hommes ou les animaux, causent ces effroyables maladies contagieuses, soit sporadiques, soit endémiques, qui déciment des populations entières. Il suffit alors que l'on se trouve à respirer une atmosphère chargée de ces vapeurs miasmatiques, peuplée par le microbe de la variole, vulgairement appelée *picote*, du choléra, de la fièvre typhoïde, de la diphtérie, de la grippe, pour être atteint de ces maladies, si on se trouve dans de telles conditions hygiéniques qu'il nous soit impossible de ne pas en

subir les effets morbifiques. Mais trève aux microbes, aux bacilles et autres êtres microscopiques, de peur que pour les éviter, nous ne trouvions d'autre moyen que de nous réfugier sous une pompe pneumatique et alors même le remède serait pire que la maladie...

II

L'air constitue l'atmosphère qui, comme une immense enveloppe d'une épaisseur très grande et à peu près uniforme, entoure notre globe terrestre de toutes parts, et dans laquelle résident non-seulement les nuages, mais encore toute une flore et toute une faune, sous formes d'êtres microscopiques aériens que l'on appelle monades, microbes, bacilles, desmides, et que sais-je encore ? Si l'on me demande jusqu'à quelle hauteur s'étend l'atmosphère terrestre, je répondrai que l'on est loin de le savoir exactement, ou même approximativement. Jusqu'au milieu de ce siècle, tous les physiciens tenaient à peu près pour certain que la hauteur de notre atmosphère ne dépassait pas 45 ou 50 milles ; ils se fondaient dans leurs calculs, sur les seules lois de la diffusibilité et de la pesanteur du gaz; mais des observations faites depuis quelques années sur la lumière zodiacale, sur un arc crépusculaire, et surtout sur la luminosité des étoiles filantes et des bolides, ont forcé nos savants modernes à admettre que la hauteur de l'atmosphère est au plus bas chiffre, de 200 à 250 milles. En effet, on a calculé très exactement d'après la vitesse bien connue de la lumière dans l'espace, que cette luminosité des météores célestes apparaissait à une distance qui dépassait parfois 200 milles. Or, cette luminosité ne pouvait devenir apparente et sensible qu'au moyen de l'air. Donc l'atmosphère atteint au moins cette hauteur-là.

L'atmosphère a-t-elle dans toute sa hauteur la même densité ? Non : les fluides gazeux, à l'instar de tous les gaz, étant parfaitement élastiques et pesants, il s'ensuit que les couches supérieures pressant sur les inférieures, celles-ci sont beaucoup plus denses que celles-là, suivant la loi de Mariotte qui est ainsi énoncée: " La température restant la même, la densité des gaz est en raison directe des pressions qu'ils supportent; tandis que leur volume est en raison inverse de ces mêmes pressions." D'après cette loi, et connaissant la pesanteur de l'air, on trouve qu'en s'élevant au-dessus de la terre, les couches de l'atmosphère deviennent très rapidement de moins en moins denses, tellement que la moitié de la densité de la colonne d'air se trouve à peu près à trois milles de hauteur, et qu'à la hauteur de moins de 8 milles, l'air est si raréfié qu'il ne

suffit plus à la respiration de l'homme ; ainsi que, d'ailleurs, le prouvent indubitablement de nombreuses ascensions aéronautiques faites, en ces derniers temps, par de hardis explorateurs des régions aériennes.

La pesanteur de l'air étant une fois démontrée, il ne restait plus qu'à en évaluer la valeur réelle ; c'est-à-dire sa force de pression sur la surface totale du globe ou sur une superficie partielle quelconque prise pour unité, comme un centimètre carré, un pouce carré, un pied carré, un mètre carré. C'était un simple problème de physique et de géométrie. On a trouvé que, au niveau de la mer, et sous la pression moyenne de 76 centimètres, l'air pesait à peu près 1032 grammes et 96 centigrammes, c'est-à-dire un peu plus de deux livres sur chaque centimètre carré de la surface de la terre ; sur chaque pouce carré 14.7 livres ; sur chaque pied carré 144 fois plus, c'est-à-dire près d'une tonne ; sur un mètre carré à peu près 20,000 livres ; sur la surface entière du globe, qui contient environ 500,000 milliards de mètres carrés, deux millions quatre cent mille milliards ou 800 quatrillions de livres, ce qui est un chiffre vraiment prodigieux. Sa pression sur le corps humain, à l'état adulte, et d'une stature moyenne, présentant une surface de 17 centimètres carrés, est de 35,000 livres ! Oui, chacun de nous supporte en moyenne un poids d'air égal à plus de 16 tonnes. Comment se fait-il donc que nous n'en soyons pas écrasés ? Cela vient de ce que l'air atteint aussi bien l'intérieur que l'extérieur de notre corps, et qu'il exerce une pression de dedans en dehors égale, mais en sens inverse, à celle qui agit de dehors en dedans. Ces deux pressions opposées étant égales se font équilibre et se neutralisent réciproquement ; c'est pourquoi on n'en est nullement incommodé, à moins, toutefois, que l'une ou l'autre de ces pressions ne soit altérée, comme lorsque l'on descend dans un puits de mine très profond, ou qu'on s'élève dans l'air à une très grande hauteur.

Mais, me demanderez-vous peut-être, comment a-t-on trouvé que la pesanteur de l'air était, par exemple, de 14.7 livres par pouce carré ? On l'a déterminé par le procédé très simple que voici : Torricelli avait remarqué que l'air atmosphérique faisait équilibre à une certaine quantité de mercure dans un cylindre ; on a donc pris un tube de verre d'une certaine longueur, fermé à un de ses bouts, et dont la section intérieure est d'un pouce carré ; on l'a rempli de mercure ; puis en le renversant, on l'a plongé dans un vase ouvert contenant aussi du mercure. On a vu alors que l'air qui pressait sur le mercure du vase faisait équilibre à une certaine colonne de mercure dans le tube ainsi renversé. Il suffisait alors

de peser cette colonne de mercure, et on a trouvé qu'elle pesait 14 livres et 7 dixièmes. Donc c'était la valeur de la pression de l'air sur un pouce carré. Autre manière d'évaluation : en employant un tube dont la section intérieure ne soit que d'un centimètre carré, on voit que la pression de l'atmosphère soutient une colonne de mercure de 76 centimètres de hauteur, ce qui fait un volume de 76 centimètres cubes. Or, un centimètre cube d'eau distillée, à son maximum de densité, pèse juste un gramme. Si, maintenant, le mercure avait la même densité que l'eau, la colonne de mercure pèserait 76 grammes ; mais, en réalité, le mercure pèse 13, 50 fois plus que l'eau. Donc cette colonne de mercure de 76 centimètres de hauteur et de 1 centimètre carré en section horizontale pèse 13,50 fois 76. Ce qui donne 1032 grammes 84 centigrammes, ou un peu plus de 2 livres. L'ascension de l'eau dans une pompe aspirante, c'est-à-dire où le vide se fait mécaniquement, n'est due—ainsi que Torricelli le remarqua— qu'à la pression de l'air sur la surface de l'eau au bas du puits. Toutefois, cette ascension ne saurait, en aucun cas, dépasser 34 pieds anglais ; parce qu'une colonne d'eau de cette hauteur, comme le prouva expérimentalement le célèbre Pascal, fait exactement équilibre à une colonne d'air atmosphérique d'un même diamètre, ou bien à une colonne de mercure de près de 30 pouces anglais.

La propriété caractéristique de tous les gaz étant leur extrême dilatabilité, il semblerait que l'air qui est un fluide gazeux, devrait, par cette même propriété, se dilater indéfiniment ; mais il n'en est rien ; car on prouve qu'il doit arriver, et qu'il arrive, en effet, un moment, une limite, où la force d'expansion de l'air devient si faible qu'elle est impuissante à surmonter l'attraction de la gravitation de la terre. C'est à ce point que les deux forces se font équilibre ; et l'on calcule que cette extrême limite ne saurait guère dépasser, comme nous l'avons déjà dit, 250 milles. Qu'y a-t-il au-delà ? On ne le sait point, et on ne le saura probablement jamais. Qu'il y ait au-delà de l'atmosphère répandu dans toute l'étendue de l'espace, un fluide quelconque, extrêmement subtil et ténu, qui sert de médium à la lumière et à la chaleur des astres pour arriver jusqu'à nous, on le croit généralement, et on lui donne même le nom d'éther, mot grec dont la signification est absolument problématique, en tant qu'elle dénote une substance quelconque.

***

La variation des pressions atmosphériques à un même niveau horizontal et leur diminution graduelle à mesure qu'on s'élève dans l'atmosphère ont donné lieu à l'invention d'un précieux instrument appelé baromètre qui sert à deux fins principales, savoir : à mesurer l'état de l'atmosphère en un lieu déterminé quelconque ; et à mesurer les hauteurs. A la température de zéro centigade et au niveau de la mer, l'air normal sec produit une poussée égale à 760 millimètres ou 30 pouces anglais dans le tube barométrique. Toute diminution de cette hauteur accuse nécessairement une diminution de pression atmosphérique produite d'une manière ou d'une autre. On serait porté à croire que l'excès de vapeur d'eau dans l'atmosphère ajoute à son poids ; mais c'est le contraire qui est vrai, puisque la vapeur d'eau est d'un tiers moins pesante que l'air, et qu'elle en écarte les molécules sans pouvoir les pénétrer. Il s'ensuit donc qu'une colonne d'air humide est moins pesante qu'une même colonne d'air sec, et que, par conséquent, celle-là fera baisser la colonne de mercure dans le tube barométrique. Le même effet se produit par une augmentation de chaleur qui, dilatant les molécules de l'air, le rend moins dense et, par conséquent, cause une pression moindre. De même, en s'élevant au-dessus du niveau de la mer, la colonne d'air diminuant de hauteur, et par conséquent de densité, fait baisser le mercure du tube barométrique.

En effet, le simple bon sens fait croire que cette pression doit être moindre au sommet des montagnes qu'au bas des vallées et surtout au fond des puits, puisque la charge d'air diminue à mesure que l'on s'élève au-dessus du niveau de la mer. L'expérience confirme cette prévision, et la pression de 760 millimètres à Québec n'est plus que 735 au sommet du Mont-Royal (montagne de Montréal) et que 350 ou 21 pouces et demie à l'observatoire météorologique du mont Washington, dans le New Hampshire, qui est à 6230 pieds au-dessus du niveau de la mer. En règle générale, on compte que le baromètre baisse de 1 millimètre pour chaque élévation de 34 pieds ; mais cela n'est approximativement exact que pour une température de 12° C. et pour une altitude qui ne dépasse pas 1200 pieds, ou à peu près un quart de mille ; car à une hauteur plus grande, il faudrait s'élever de 38 pieds pour faire baisser le baromètre de 1 millimètre, à la même température de 12° C. Le changement, en plus ou en moins, de température, modifie aussi nota-

blement cette règle. Plus la température baisse, moins il faut s'élever pour faire baisser le baromètre de 1 millimètre. C'est le contraire quand la température augmente : ainsi à de faibles hauteurs, à 0° C., il ne faut s'élever qu'à 33 pieds pour produire cet effet, tandis qu'à une température de 30° (grande chaleur d'été), il faut atteindre 35 pieds pour produire le même effet.

On comprendra donc qu'il est possible de déterminer d'une manière très approximative et l'état du ciel et la hauteur des montagnes au moyen du baromètre. Pour cette dernière, on n'a qu'à suivre la formule bien connue de Laplace, ou celle, plus simple, de Babinet. On peut aussi employer la règle suivante qui n'est toutefois qu'approximative : Multipliez 55000 (qui est une constante de corrections barométriques), par la hauteur, en pieds, de la colonne du mercure au bas de la montagne, *moins* la hauteur du mercure au sommet de la montagne, divisée par la première, *plus* la seconde. Le produit sera la hauteur de la montagne ou la différence entre les deux stations, à la température de 55° Farenheit. A ce produit, ajoutez le coefficient $\frac{1}{440}$ (autre constante pour incrément de température), pour chaque degré au-dessus de 55°, soustrayez le même coefficient $\frac{1}{440}$ aussi, pour chaque degré au-dessous de 55 degrés Farenheit.

La colonne d'air est plus haute à l'équateur qu'à l'un ou l'autre pôle ; parce que la masse d'air qui entoure la terre, ayant—avec elle— un mouvement de rotation diurne, imprime à ses molécules une force centrifuge d'autant plus considérable que celles-là sont plus éloignées de l'axe de rotation. Or c'est à l'équateur où cette condition se rencontre ; c'est donc là ou la force centrifuge exerce son maximum d'énergie, et y produit ainsi un renflement considérable de l'atmosphère, Une autre cause de renflement additionnel de l'atmosphère à l'équateur, et, par contre, de son aplatissement aux pôles, provient de la chaleur solaire qui produit là une dilatation bien plus considérable que vers les pôles. Ces deux causes combinées donnent à la couche totale de l'atmosphère terrestre la forme d'un sphéroïde aplati aux pôles, comme l'est la terre elle-même ; mais avec cette différence que l'aplatissement de celle-ci est bien moins considérable que celle-là. D'après les calculs de Laplace, le rapport des axes de l'atmosphère à l'équateur et aux pôles est comme celui de 3 à 2 ; tandis que le rapport des axes de la terre est seulement comme 1 est à 0,99. Si la terre était absolument immobile sur son axe, l'atmosphère présenterait en vertu des lois de la gravitation, une surface externe à peu près sphérique. Quoique la colonne atmosphérique soit beaucoup plus haute à l'équateur que

partout ailleurs, elle n'en acquiert pas pour cela une plus grande pesanteur; au contraire, elle y est moindre, vu qu'elle se trouve, par le fait même de son propre renflement et de celui de la terre, plus éloignée du centre de gravité qui est le centre vrai de la terre. La perte en poids est de $\frac{1}{194}$ qui estla somme de deux pertes partielles dont l'une de $\frac{1}{590}$ qui provient de l'aplatissement aux pôles, et l'autre de $\frac{1}{289}$ qui est produite par la rotation de la terre sur son axe. C'est pour cette même raison qu'un homme qui pèse 200 livres à l'un des pôles ne pèse plus guère que 199 livres à l'équateur, ayant à peu près perdu une livre.

***

L'air est l'habitation des vents et des nuages. Comment les vents se produisent-ils? Ils sont produits par deux causes très différentes, savoir : la chaleur du soleil et la rotation de la terre sur son axe. Nous avons appris que la chaleur dilate tous les corps; il dilate donc l'air atmosphérique qui, par ce moyen, accroît de volume.

Mais la chaleur qui nous vient du soleil est loin d'être la même sur tous les points du globe. Elle est la plus grande possible sur chacun des points de l'écliptique où l'astre dans sa révolution annuelle se trouve être en y projetant ses rayons verticalement; et la moindre possible à 90 degrés, nord et sud, de chacun de ces mêmes points-là, et où la ligne de projection des rayons solaires est la plus oblique. Il s'ensuit nécessairement, que l'air est plus dense ici que là, et comme la loi universelle et constante des corps gazeux est leur extrême dilatabilité, l'air froid des régions polaires se précipite avec plus ou moins de vélocité pour remplir les interstices moléculaires de l'air suréchauffé équatorial; tandis que cet air chaud, s'élevant de plus en plus, va, de son côté, remplacer les couches d'air froid des hautes latitudes. Il s'établit ainsi un courant de va-et-vient des pôles vers l'équateur, et *vice versâ*; mais non pas à angle droit, vu le mouvement de rotation de la terre de l'ouest à l'est qui s'opère en 24 heures, et qui est beaucoup plus accéléré à l'équateur —à peu près de 1525 pieds par seconde—qu'aux pôles où l'on peut dire que ce mouvement est nul. La direction de ces courants d'air est donc oblique, du nord-est et du sud-est vers la ligne équatoriale. C'est là ce qui constitue les vents alizés,—en anglais " trade winds;" parce que le commerce (*trade*) s'en sert très avantageusement pour naviguer entre les tropiques avec plus de célérité et de régularité. Les vents dits anti-alizés ont une direction toute contraire.

Telle est la théorie des vents dans sa plus simple expression.

Qu'ils soient d'une sorte ou d'une autre, ils ne sont autre chose qu'un simple déplacement d'air chaud et d'air froid. Quand le déplacement se fait très rapidement et avec une sorte d'impétuosité, il y a inévitablement un très grand vent,—un ouragan ou un cyclone, selon que ce grand vent balaie la terre ou la mer en ligne à peu près directe ou en tournant sur lui-même. C'est surtout dans ce dernier cas qu'il produit presque toujours, par ce mouvement rotatoire, ces effets effroyables de destruction qui par leur force presque irrésistible, n'ont rien de comparable parmi les divers phénomènes de la nature. A l'équateur, ou plutôt sur la ligne de l'écliptique, ainsi qu'aux pôles, il n'y a pas de vent proprement dits : ce sont les régions de calme presque absolu.

Les nuages se forment aussi dans l'air ; mais ils ont une origine tout-à-fait différente des vents : ceux-ci, comme nous venons de le voir, ne sont autre chose que l'air mis en mouvement plus ou moins rapide ; tandis que ceux-là sont le produit de la condensation de l'un des constituants de l'air atmosphériqne même—les vapeurs d'eau. Toutes les fois que ces vapeurs d'eau qui sont,—nous l'avons dit,—toujours présentes dans l'air en proportion assez variable, se trouvent être affectées par un vif courant d'air froid, elles se condensent plus ou moins soudainement et considérablement, et ainsi deviennent visibles sous forme de plaques ou de bandes floconneuses plus ou moins étendues et foncées, que les vents emportent dans la direction où ils tendent eux-mêmes. C'est ainsi que l'on voit parfois, aux régions équatoriales particulièrement, un ciel parfaitement pur apparemment, se couvrir presque soudainement d'épais nuages. Lorsque la condensation a été portée au point où l'air n'est plus capable de porter ces nuages dans son sein, il les laisse se précipiter, par leur propre poids, vers la terre sous forme de pluie, de neige ou de grêle.

R. P. J. CARRIER, C. S. C.



CAUSERIE SCIENTIFIQUE SUR L'AIR QUE L'ON RESPIRE

I

Sommaire.—Propriétés physiques et chimiques de l'air.—Sa nature.—Eléments qui le constituent.—Corps gazeux disséminés dans l'air ; leur provenance et leurs effets physiologiques.—Miasmes.—L'atmosphère.—Hauteur et densité de la colonne d'eau.—Pression atmosphérique et moyens de la déterminer.—Baromètre. Variations barométriques.—Emploi du baromètre pour déterminer la hauteur des montagnes et l'état du ciel.—Formation des vents et des nuages.

TOUT d'abord, qu'est-ce que l'air ? Les anciens alchimistes et chimistes et tous les autres savants, jusque vers le milieu du 18eme siècle, qualifiaient de ce nom tout fluide aériforme invisible, élastique, impondérable et permanent qui se trouve dans la nature. C'est ainsi qu'ils appelaient, dans leur espèce de jargon scientifique l'air que nous respirons, air *respirable* ou *vital ;* le gaz oxygène, air *déphlogistiqué* ou *air de feu ;* le gaz hydrogène, *air phlogistiqué* ou *inflammable*, parce que ce dernier, disaient-ils, contenait du phlogistique, principe existant dans tous les corps combustibles, tandis que le premier en était dépourvu ; l'acide carbonique, *air fixe* (autre élément toujours présent) ou *méphitique*, etc., etc. Ils considéraient aussi l'air respirable comme un des quatre éléments de la nature universelle. Aussi lui faisaient-ils jouer avec l'eau et le feu, un rôle très considérable dans la formation des corps du monde physique. La science moderne a démontré pleinement la fausseté de ces notions ; et on ne parle plus maintenant de phlogiston, d'air inflammable, d'air méphitique, etc., que par mémoire, et pour montrer les aberrations d'une science qui était restée pendant tant de siècles à l'état permanent d'enfance. N'en parlons donc pas autrement ici. Tous les physiciens modernes s'accordent à définir l'air ordinaire, c'est-à-dire l'air atmosphérique : un fluide gazeux que tous les animaux et toutes les plantes respirent, et qui constitue cette bande immense qui, comme un épais manteau, enveloppe la terre de toutes parts, et que l'on nomme atmosphère, terme dérivé de deux mots grecs : *atmos*, vapeur ou gaz ; et *sphaïra*, globe ou sphère, c'est-à-dire sphère de vapeur. Etudions cet air atmosphérique de plus près, et voyons-en d'abord les propriétés physiques et chimiques.

L'air ne tombe sous les sens que partiellement et dans certaines conditions spécifiques ou déterminées. C'est ainsi qu'il paraît incolore quand il ne forme pas une couche ou strate très

épaisse ; mais lorsqu'il est en masse considérable, il présente ce bel aspect bleuâtre que l'on voit, surtout en hiver, par un temps froid, sec et pur : ce que l'on attribue généralement à certaines vapeurs qui y sont contenues et qui réfléchissent particulièrement le rayon spectral bleu. Il n'est perceptible à l'ouïe que lorsqu'il est mis en mouvement ; il affecte alors, d'une manière très sensible, le sens général du toucher, encore plus que celui de l'audition. Il est probable qu'il est doué d'*odeur* et de *saveur*, puisqu'il contient toujours, comme nous allons bientôt le voir, de l'acide carbonique et de l'ammoniaque, quoiqu'en assez faible quantité. Cependant, en général, on n'y découvre point ces qualités-là ; mais cette inhabileté de notre part peut venir de l'habitude où nous sommes tous de le respirer dès notre naissance. L'air est essentiellement *mobile* puisqu'il fait partie intégrante de la terre qui tourne par un mouvement de rotation sur son axe et de révolution autour du soleil et qu'il est, en outre, sans cesse agité par le changement de conditions des forces atmosphériques. Il est aussi, comme le sont tous les gaz, *très élastique*, ce qui le rend susceptible d'une grande expansibilité et d'une égale compressibilité. Les anciens rangeaient, comme nous venons de le dire, l'air au nombre des corps impondérables ; mais on démontre maintenant, de plus d'une manière, qu'il est *pesant*, et sa pesanteur est même très exactement déterminée, sous toutes les conditions où il se présente. C'est ainsi, par exemple, que le célèbre chimiste Regnault a trouvé, au moyen de la balance chimique, qu'un litre d'air à l'état normal, sous une pression de 760 millimètres et à la température 52°08 centigrade, pèse juste 1 gramme et 2932 dix-millièmes de gramme, ce qui le rend à peu près 14 fois et demi plus pesant que l'hydrogène, le plus léger des gaz et dont un litre ne pèse que 896 millièmes de gramme. Le physicien italien, Torricelli, fut le premier qui, vers le milieu du 17ème siècle démontra cette propriété de l'air. Plus tard, le célèbre Pascal confirma, par de nouvelles expériences, la découverte du savant Florentin, l'élève et le disciple de Galilée. On ne croit pas que l'air soit un fluide *permanent*, pas plus que ne le sont tous les gaz ; c'est-à-dire qu'il ne puisse jamais se laisser ni liquéfier ni solidifier ; mais on n'a pas réussi jusqu'à ce jour à le faire. Cependant, on est très bien parvenu à liquéfier et même à solidifier non seulement l'oxygène, mais aussi l'azote et l'hydrogène, et d'autres gaz encore. Le chimiste génevois Pictet a, le premier, produit de l'oxygène sous une forme liquide assez semblable à l'eau ordinaire ; et sous une forme solide, de la grosseur d'un œuf de pigeon, ayant tout-à-fait l'apparence de la neige. Quant à l'hydrogène, il a été

liquéfié sous une pression de 650 atmosphères, c'est-à-dire de près de 1350 livres, (1 atmosphère étant de 1,033 grammes sur un centimètre carré de surface), et par un refroidissement de 140 degrés centigrades. Le liquide ainsi obtenu, a été solidifié par évaporation et, dans ce nouvel état, présente une coloration acier-bleuâtre ; ce qui semblerait appuyer l'opinion du chimiste écossais, Graham, qui veut que l'hydrogène soit un métal et devrait être appelé hydrogénium.

J'ai dit que l'air n'était pas, comme le croyaient les anciens chimistes, *un des éléments* de la nature. J'ajoute que ce n'est pas, non plus, un *composé* chimique, mais bien un simple *mélange* de divers gaz. Lavoisier a, le premier entre les chimistes modernes, en 1774, il y a donc un peu plus de cent ans, démontré par une série d'expériences extrêmement intéressantes d'analyse et de synthèse, qu'il serait trop long d'expliquer ici mais qui se trouvent dans tous les traités de chimie, le vrai caractère de l'air atmosphérique, et préparé la connaissance de sa composition exacte. Il était réservé à Régnault, un contemporain, d'en fixer, par une élaboration savante, très minutieuse et précise, ses divers éléments constitutifs, en volumes et en poids. De nombreuses analyses d'air recueilli en diverses places du globe terrestre, et à différentes hauteurs, ayant montré une remarquable et constante uniformité dans sa composition, quelques savants ont été portés à croire que c'était une véritable combinaison chimique de ses deux principaux gaz constitutifs, l'oxygène et l'azote ; mais des expériences nombreuses, par voie d'analyse aussi bien que de synthèse, ont prouvé à n'en pas douter, que ce n'est qu'un simple mélange. En effet, lorsque deux gaz se combinent, il y a toujours dégagement de lumière et de chaleur. La combinaison se fait toujours entre eux suivant des rapports simples en volumes, et suivant la proportion simple de leurs poids atomiques. De plus, s'il avait combinaison, les deux gaz dissous dans l'eau devraient présenter dans ce milieu-là, exactement la même composition que l'air atmosphérique ; cela est évident. Or, c'est le contraire de tout cela qui est démontré : il n'y a aucune production de chaleur et de lumière en composant de l'air ordinaire; les quantités requises pour le former ne sont pas, en volumes et en poids atomiques, dans des rapports simples ; l'oxygène et l'azote n'ont pas le même degré de solubilité dans l'eau, c'est-à-dire que chaque gaz s'y dissout comme s'il était seul ; et enfin leur union ne donne naissance à aucune propriété nouvelle. L'air atmosphérique n'étant ni un élé-

ment, ni un composé chimique, n'est donc pas rigoureusement parlant un gaz (1), *ce n'est qu'un fluide aériforme ou gazeux.*

Quels sont les constituants de ce fluide gazeux que l'on nomme *air atmosphérique*? Les voici : 1° l'oxygène—l'élément actif—dans la proportion moyenne de 20 et 8 dixièmes pour cent en volume, et de 23 et un dixième pour cent en poids ; 2° le nitrogène ou azote—l'élément passif— dans la proportion moyenne de 79 et 2 dixièmes pour cent en volume, et de 76 et 9 dixièmes pour cent en poids ; 3o le gaz acide carbonique, ou bioxyde de carbone dans une proportion qui peut varier entre 4 et 10 parties sur 10.000 d'air ; 4° la vapeur d'eau, également en quantité variable, mais qui peut être comprise entre $\frac{1}{80}$ et $\frac{1}{200}$ du volume d'air ; 5° le gaz ammoniaque et l'acide nitrique en très petite quantité, et seulement après les pluies d'orage, où l'on reconnaît aussi une assez notable quantité d'oxygène sous la forme allotropique d'ozone. Et, enfin, dans les villes, des traces de sulfure d'hydrogène, d'oxyde sulfureux, et de divers hydro-carbures. (2)

(I) Il n'y a que 35 gaz connus en chimie, dont quatre sont simples ; 5 autres se trouvent libres dans la nature, comme binaires ; 25 autres s'obtiennent dans les laboratoires au moyen de réactions chimiques ; et de plus un nouveau gaz récemment découvert, dont nous parlerons plus loin.

(2) Il semble démontré aujourd'hui que l'azote de l'air y existe à l'état de combinaison avec un corps inconnu jusqu'en ces derniers temps, plus pesant que l'azote lui-même, et qui constituerait un nouvel élément. Voici d'ailleurs, ce que nous lisons au sujet de ce nouveau gaz, dans le Courrier de l'Erudition du journal parisien l'*Univers,* sous la date du 21 février de cette année. L'article est signé : U. Vial.

" Deux chimistes anglais célèbres, lord Rayleigh et William Ramsay communiquaient il y a quelques semaines, à la Société Royale de Londres, une découverte extraordinaire qui plongea la docte assemblée dans un abîme de stupéfaction.

Ces messieurs affirmaient, en effet, qu'ils avaient découvert un nouveau corps simple, non pas un de ces métaux rares que l'analyse spectrale décèle dans un minerai rarissime, mais un gaz—un gaz constitutif de l'atmosphère—un gaz qui occupe à peu près le centième de l'air que nous respirons, que nous analysons tous les jours dans nos laboratoires. L'acide carbonique qui n'occupe que les 4 dix-millièmes du volume de l'atmosphère est connu depuis longtemps, dosé et pesé, et voici un gaz qui constitue à lui seul un centième de ce volume et qui a échappé aux cornues des chimistes les plus illustres !

Les vénérables savants de la Société Royale se regardaient les uns les autres avec des yeux où l'étonnement, l'incrédulité, le dédain se lisaient à doses à peu près égales. Personne ne sourit cependant., lord Rayleigh et William Ramsay n'étant point de ces savants qui parlent à la légère ou qui donnent à rire. La nouvelle de l'étrange découverte fut accueillie à Paris avec un certain scepticisme. Toutefois, des deux côtés de la Manche, on conclut, étant donnée la notoriété des inventeurs, qu'il fallait poursuivre les expériences et s'assurer, par exemple, si le nouveau gaz n'était pas tout simplement de l'azote modifié, comme l'ozone n'est que de l'oxygène électrisé.

Aujourd'hui tous les doutes sont levés : le nouveau gaz est bien un gaz à part, ignoré jusqu'ici et qui vient augmenter d'une unité la liste des corps

Les proportions moyennes que nous venons de donner, soit en poids, soit en volumes, de l'oxygène et de l'azote sont presque constantes : elle ne varient que fort peu, quelles que soient les localités ou les hauteurs où l'on prenne l'air. Il n'en est pas de même de la vapeur d'eau et du bioxyde de carbone. La vapeur d'eau se trouve en bien plus considérables quantités dans certaines parties du globe que dans d'autres ; au-dessus de la zone torride qu'au-dessus des autres zones ; l'après-midi que la matinée ; dans l'intérieur des continents que sur le bord des océans ; dans les plaines qu'au sommet des montagnes ; en été qu'en hiver. L'acide carbonique est en quantité notablement plus grande dans l'air des villes que dans celui des campagnes ; dans des locaux remplis de monde que dans des appartements vides ou quasi vides ; avant une forte pluie d'orage qu'après ; le soir que le matin ; au-dessus des terres qu'au-dessus des mers, surtout quand les unes et les autres ont une grande étendue en superficie ; lorsque le soleil est absent ou voilé que lorsqu'il est présent et qu'il luit.

La vapeur d'eau se produit uniquement par l'évaporation qui se fait en tous temps et en tous lieux, mais surtout en été et au-dessus des eaux fortement échauffées par l'ardeur du soleil, comme le sont celles qui entourent l'équateur terrestre.

La quantité de vapeur d'eau dans l'air atmosphérique subit donc

simples déjà connus. Aussi, bien avant de connaître toutes ses propriétés, lui a-t-on donné un nom pour lui tout seul, un vrai nom scientifique et tiré du grec. Le nouveau venu s'appelle l'Argon, du mot grec *argon* qui signifie inactif.

Mais écoutons M. Berthelot qui, dans la séance du 4 février, a présenté le jeune et déjà célèbre gaz à l'Académie des sciences.

" Le point de départ de la découverte résulte de la comparaison de la densité de l'azote préparé par divers procédés avec celle de l'azote extrait directement de l'atmosphère. L'azote préparé au moyen du bioxyde ou du protoxyde d'azote, de l'urée ou du nitrite d'ammoniaque, toujours avec le concours d'un métal à la température rouge, ou bien à froid, au moyen du nitrite d'ammoniaque, possède constamment la même densité ; le litre pèse 1 gr. 2505. L'azote extrait de l'atmosphère, soit au rouge au moyen d'un métal, soit à froid au moyen de l'hydrate ferreux, pèse constamment 1 gr. 2772.

" Ainsi, l'azote atmosphérique pèse environ 6 milligrammes et demi par litre de plus que l'azote chimiquement pur extrait des divers composés azotés. Comme contrôle, les deux savants anglais eurent l'idée de soutirer l'azote de l'atmosphère au moyen du magnésium. L'azoture de magnésium ainsi obtenu ne contenait nécessairement que de l'azote chimiquement pur. Par diverses transformations, ils réussirent à extraire de cet azoture le gaz, tel qu'il y était combiné. Cet azote-là pesait 1 gr. 2505, comme s'il provenait de la décomposition d'un corps azoté et quoiqu'il eût été puisé directement dans l'atmosphère. La conclusion ? C'est que dans l'atmosphère, l'azote est mêlé à un gaz plus lourd que lui."

Il est bon, d'ailleurs, d'ajouter que tous les éléments de ce nouveau gaz ne nous sont pas encore connus. Ainsi nous ne connaissons encore ni son équivalence, ni son poids atomique, ni les combinaisons qu'il forme avec d'autres corps simples ou composés.

des variations très fortes, selon les lieux, les saisons et surtout le degré de température. On n'est pas encore parvenu à déterminer la valeur absolue de cette quantité à son état maximum, c'est-à-dire jusqu'à complète saturation. Le savant génevois de Saussure pense qu'en moyenne, elle serait à peu près de 20 milligrammes pour un décimètre cube, ou une pinte d'air à la température de 19 degrés centigrade. Il ajoute que l'air ne contient guère que les 4 dixièmes, (il faudrait plutôt dire les 6 dixièmes,) de la vapeur totale qu'il peut contenir, et qu'il ne renferme jamais moins que les 15 centièmes de cette quantité ; et c'est ce minimum qu'atteint l'air au-dessus de la mer Morte, en Palestine, pendant le simoun, vent brûlant qui souffle à l'époque des équinoxes du fond des déserts de l'Arabie et du Sahara africain. (1) On mesure la quantité de vapeur d'eau que l'air contient, en un lieu et à une époque quelconque, au moyen d'un instrument appelé hygromètre. Je ne décrirai pas les diverses formes de cet utile instrument : cela m'entraînerait trop loin. Je me contenterai de dire que les hygromètres chimiques consistent tout simplement à faire passer un volume connu d'air—un gallon, par exemple—sur une substance qui absorbe très facilement les vapeurs d'eau ; tel, par exemple, le chlorure de calcium. Ayant dûment pesé la substance absorbante avant le passage de l'air, on la pèse encore après son passage, et l'on voit qu'il y a excès de poids. Cet excès de poids représente exactement la quantité de vapeur d'eau contenue dans un gallon d'air. On dit que l'air est saturé, quand il contient toute la vapeur d'eau qu'il peut porter à un degré donné de température. Ainsi, un mètre cube d'air à 0 degré centigrade est saturé avec 5 grammes et demi d'eau ; à 10 degrés, avec 9 grammes et 3 quarts ; à 25 degrés, avec 22 grammes et demi.

Il n'y a pas, comme on serait porté à le croire, que les corps essentiellement aqueux qui s'évaporent plus ou moins rapidement ; l'évaporation a lieu dans tous les corps non anhydriques, et à toutes les températures : le corps de l'homme comme celui de tous les animaux, produit, par la sueur, la perspiration et la respiration, une évaporation à tous les instants de son existence, qu'il soit en repos ou en mouvement, en santé ou en maladie. Les physiologistes nous disent que la quantité de perspiration seule, chez les hommes adultes, est en moyenne de deux livres dans les 24

(1) Lorsque l'air est refroidi, l'excès d'humidité se précipite sur la terre sous forme de pluie. Si donc un mètre cube d'air à 25° degrés est refroidi à 10 degrés, il y aura une précipitation de 12 grammes et 3 quarts d'eau ; c'est-à-dire, 22.50 gr.—9.75 gr. donne 12.75 gr. d'eau précipitée.

heures, c'est-à-dire d'une pinte. La glace elle-même s'évapore, et cela assez rapidement, surtout à sa surface extérieure.

L'acide carbonique provient de toute combustion, soit rapide, soit lente, de toute décomposition de matières animales ou végétales, et de la respiration de tous les animaux. Mais les plantes vivantes, au lieu de produire de l'acide carbonique, l'absorbent par leur feuillage. C'est ce qui fait que malgré l'immense quantité de cet acide, provenant d'innombrables sources, qui est répandu dans l'atmosphère, la proportion de ce gaz délétère y est à peu près toujours la même. C'est-à-dire, que la production du bioxide de carbone est toujours et partout en proportion directe avec son absorption Plus il y a d'acide carbonique dans l'air, plus aussi la végétation est active et luxuriante, et *vice versà :* là où l'air est très pur, les plantes languissent et végètent péniblement. Nous venons de dire que la proportion de l'acide carbonique dans l'air libre est à peu près toujours et partout la même. Il y a cependant quelques localités sur notre globe où la quantité de cet acide vénéneux est tellement en excès qu'aucun animal ne peut y vivre une seule heure. Tels sont la " Grotte du Chien " dans le royaume de Naples, près du lac Agnano ; une région d'une certaine étendue dans l'intérieur de l'île de Java ; le voisinage de certains volcans de l'archipel indien, et d'autres lieux encore.

L'ammoniaque qui est un composé d'hydrogène et d'azote—un azoture d'hydrogène.—n'est contenu dans l'air atmosphérique qu'en très petite quantité. On évalue cette quantité de 1 à 50 parties sur un million d'air, selon la localité. Ce gaz ainsi disséminé dans l'air est entraîné vers la terre par les eaux de pluie et donne ou plutôt rend à la végétation l'azote dont elle est avide, et dont sa décomposition l'avait privée. La précipitation de l'ammoniaque sur le sol est surtout abondante pendant la chute des premières pluies ou des premières neiges. C'est principalement pour cette raison que la neige est justement appelée, en agronomie, le fumier du pauvre laboureur.

L'acide azotique que l'on nomme vulgairement eau forte,—l'*aqua fortis* des anciens alchimistes,—se trouve aussi dans l'air, mais en fort petite quantité, et plus particulièrement après les orages accompagnés d'éclairs et de tonnerre. Aussi croit-on, généralement, que sa formation est due à l'électricité qui, sillonnant l'air en tous sens, cause ainsi la combinaison de l'oxygène et de l'azote de l'air : ce qui est l'acide nitrique. Il est ensuite lavé sur la terre par les eaux de pluie, comme l'est aussi l'ammoniaque et autres gaz qui se trouvent parfois dans l'air, tels que certains hydro-

carbures aux alentours des manufactures de gaz et d'autres produits du même genre ; et dans les grandes villes et près des volcans, du sulphure d'hydrogène, de l'oxide sulphureux et de l'oxide chlorhydrique ; mais ces gaz-là n'existent dans l'air atmosphérique, dans ces conditions génératrices, qu'en si petite quantité qu'on ne les évalue pas en chiffres. On dit seulement qu'il y en a des *traces*.

Bien que ces gaz soient tous plus ou moins nuisibles à la santé de l'homme et des animaux, il y a aussi dans l'air des matières très légères qui souvent y flottent tout en se putréfiant, et qui sont bien autrement pernicieuses encore : je veux parler des *miasmes*. J'entends, par ce mot, ces matières extrêmement ténues qui se dégagent continuellement et en grande abondance, dans tous les lieux où des matières végétales et animales, privées de vie, sont exposées à l'action combinée dissolvante de la chaleur et de l'humidité ; et c'est ce qui a lieu surtout dans les régions tropicales ou sous-tropicales. Une autre source féconde de miasmes malfaisants provient de la respiration de l'homme et des animaux, surtout pendant la période de croissance. La combustion très active qui s'opère, surtout à cet âge-là, dans leurs poumons, cause incessamment la désintégration de matières usées, mortes, de nature épithélielle, qui doivent être éliminées du corps, et que les physiologistes appellent du nom de vapeurs animales. C'est l'accumulation de cette vapeur animale délétère dans les locaux remplis d'un grand nombre de personnes, surtout si ces personnes sont des adolescents ou des malades, et où une ventilation constante n'est pas facile, comme le sont les dortoirs, les salles d'étude, les théâtres, les hôpitaux, etc., qui cause cette odeur infecte et repoussante que l'on ressent en entrant dans ces lieux. Cette vapeur ou excrétion animale est bien plus préjudiciable à la santé que l'acide carbonique qui se forme et se dégage en même temps, et par le même procédé. On croit très généralement aujourd'hui que ces miasmes de l'air offrent un milieu des plus favorables pour la conservation et la production d'une foule de microbes de toutes les espèces, et qui étant respirés par les hommes ou les animaux, causent ces effroyables maladies contagieuses, soit sporadiques, soit endémiques, qui déciment des populations entières. Il suffit alors que l'on se trouve à respirer une atmosphère chargée de ces vapeurs miasmatiques, peuplée par le microbe de la variole, vulgairement appelée *picote,* du choléra, de la fièvre typhoïde, de la diphtérie, de la grippe, pour être atteint de ces maladies, si on se trouve dans de telles conditions hygiéniques qu'il nous soit impossible de ne pas en

subir les effets morbifiques. Mais trêve aux microbes, aux bacilles et autres êtres microscopiques, de peur que pour les éviter, nous ne trouvions d'autre moyen que de nous réfugier sous une pompe pneumatique et alors même le remède serait pire que la maladie...

II

L'air constitue l'atmosphère qui, comme une immense enveloppe d'une épaisseur très grande et à peu près uniforme, entoure notre globe terrestre de toutes parts, et dans laquelle résident non-seulement les nuages, mais encore toute une flore et toute une faune, sous formes d'êtres microscopiques aériens que l'on appelle monades, microbes, bacilles, desmides, et que sais-je encore ? Si l'on me demande jusqu'à quelle hauteur s'étend l'atmosphère terrestre, je répondrai que l'on est loin de le savoir exactement, ou même approximativement. Jusqu'au milieu de ce siècle, tous les physiciens tenaient à peu près pour certain que la hauteur de notre atmosphère ne dépassait pas 45 ou 50 milles ; ils se fondaient dans leurs calculs, sur les seules lois de la diffusibilité et de la pesanteur du gaz; mais des observations faites depuis quelques années sur la lumière zodiacale, sur un arc crépusculaire, et surtout sur la luminosité des étoiles filantes et des bolides, ont forcé nos savants modernes à admettre que la hauteur de l'atmosphère est au plus bas chiffre, de 200 à 250 milles. En effet, on a calculé très exactement d'après la vitesse bien connue de la lumière dans l'espace, que cette luminosité des météores célestes apparaissait à une distance qui dépassait parfois 200 milles. Or, cette luminosité ne pouvait devenir apparente et sensible qu'au moyen de l'air. Donc l'atmosphère atteint au moins cette hauteur-là.

L'atmosphère a-t-elle dans toute sa hauteur la même densité ? Non : les fluides gazeux, à l'instar de tous les gaz, étant parfaitement élastiques et pesants, il s'ensuit que les couches supérieures pressant sur les inférieures, celles-ci sont beaucoup plus denses que celles-là, suivant la loi de Mariotte qui est ainsi énoncée : " La température restant la même, la densité des gaz est en raison directe des pressions qu'ils supportent ; tandis que leur volume est en raison inverse de ces mêmes pressions." D'après cette loi, et connaissant la pesanteur de l'air, on trouve qu'en s'élevant au-dessus de la terre, les couches de l'atmosphère deviennent très rapidement de moins en moins denses, tellement que la moitié de la densité de la colonne d'air se trouve à peu près à trois milles de hauteur, et qu'à la hauteur de moins de 8 milles, l'air est si raréfié qu'il ne

suffit plus à la respiration de l'homme ; ainsi que, d'ailleurs, le prouvent indubitablement de nombreuses ascensions aéronautiques faites, en ces derniers temps, par de hardis explorateurs des régions aériennes.

La pesanteur de l'air étant une fois démontrée, il ne restait plus qu'à en évaluer la valeur réelle ; c'est-à-dire sa force de pression sur la surface totale du globe ou sur une superficie partielle quelconque prise pour unité, comme un centimètre carré, un pouce carré, un pied carré, un mètre carré. C'était un simple problème de physique et de géométrie. On a trouvé que, au niveau de la mer, et sous la pression moyenne de 76 centimètres, l'air pesait à peu près 1032 grammes et 96 centigrammes, c'est-à-dire un peu plus de deux livres sur chaque centimètre carré de la surface de la terre ; sur chaque pouce carré 14.7 livres ; sur chaque pied carré 144 fois plus, c'est-à-dire près d'une tonne ; sur un mètre carré à peu près 20,000 livres ; sur la surface entière du globe, qui contient environ 500,000 milliards de mètres carrés, deux millions quatre cent mille milliards ou 800 quatrillions de livres, ce qui est un chiffre vraiment prodigieux. Sa pression sur le corps humain, à l'état adulte, et d'une stature moyenne, présentant une surface de 17 centimètres carrés, est de 35,000 livres ! Oui, chacun de nous supporte en moyenne un poids d'air égal à plus de 16 tonnes. Comment se fait-il donc que nous n'en soyons pas écrasés ? Cela vient de ce que l'air atteint aussi bien l'intérieur que l'extérieur de notre corps, et qu'il exerce une pression de dedans en dehors égale, mais en sens inverse, à celle qui agit de dehors en dedans. Ces deux pressions opposées étant égales se font équilibre et se neutralisent réciproquement ; c'est pourquoi on n'en est nullement incommodé, à moins, toutefois, que l'une ou l'autre de ces pressions ne soit altérée, comme lorsque l'on descend dans un puits de mine très profond, ou qu'on s'élève dans l'air à une très grande hauteur.

Mais, me demanderez-vous peut-être, comment a-t-on trouvé que la pesanteur de l'air était, par exemple, de 14.7 livres par pouce carré ? On l'a déterminé par le procédé très simple que voici : Torricelli avait remarqué que l'air atmosphérique faisait équilibre à une certaine quantité de mercure dans un cylindre ; on a donc pris un tube de verre d'une certaine longueur, fermé à un de ses bouts, et dont la section intérieure est d'un pouce carré ; on l'a rempli de mercure ; puis en le renversant, on l'a plongé dans un vase ouvert contenant aussi du mercure. On a vu alors que l'air qui pressait sur le mercure du vase faisait équilibre à une certaine colonne de mercure dans le tube ainsi renversé. Il suffisait alors

de peser cette colonne de mercure, et on a trouvé qu'elle pesait 14 livres et 7 dixièmes. Donc c'était la valeur de la pression de l'air sur un pouce carré. Autre manière d'évaluation : en employant un tube dont la section intérieure ne soit que d'un centimètre carré, on voit que la pression de l'atmosphère soutient une colonne de mercure de 76 centimètres de hauteur, ce qui fait un volume de 76 centimètres cubes. Or, un centimètre cube d'eau distillée, à son maximum de densité, pèse juste un gramme. Si, maintenant, le mercure avait la même densité que l'eau, la colonne de mercure pèserait 76 grammes; mais, en réalité, le mercure pèse 13, 50 fois plus que l'eau. Donc cette colonne de mercure de 76 centimètres de hauteur et de 1 centimètre carré en section horizontale pèse 13,50 fois 76. Ce qui donne 1032 grammes 84 centigrammes, ou un peu plus de 2 livres. L'ascension de l'eau dans une pompe aspirante, c'est-à-dire où le vide se fait mécaniquement, n'est due—ainsi que Torricelli le remarqua— qu'à la pression de l'air sur la surface de l'eau au bas du puits. Toutefois, cette ascension ne saurait, en aucun cas, dépasser 34 pieds anglais ; parce qu'une colonne d'eau de cette hauteur, comme le prouva expérimentalement le célèbre Pascal, fait exactement équilibre à une colonne d'air atmosphérique d'un même diamètre, ou bien à une colonne de mercure de près de 30 pouces anglais.

La propriété caractéristique de tous les gaz étant leur extrême dilatabilité, il semblerait que l'air qui est un fluide gazeux, devrait, par cette même propriété, se dilater indéfiniment ; mais il n'en est rien ; car on prouve qu'il doit arriver, et qu'il arrive, en effet, un moment, une limite, où la force d'expansion de l'air devient si faible qu'elle est impuissante à surmonter l'attraction de la gravitation de la terre. C'est à ce point que les deux forces se font équilibre ; et l'on calcule que cette extrême limite ne saurait guère dépasser, comme nous l'avons déjà dit, 250 milles. Qu'y a-t-il au-delà ? On ne le sait point, et on ne le saura probablement jamais. Qu'il y ait au-delà de l'atmosphère répandu dans toute l'étendue de l'espace, un fluide quelconque, extrêmement subtil et ténu, qui sert de médium à la lumière et à la chaleur des astres pour arriver jusqu'à nous, on le croit généralement, et on lui donne même le nom d'éther, mot grec dont la signification est absolument problématique, en tant qu'elle dénote une substance quelconque.

***

La variation des pressions atmosphériques à un même niveau horizontal et leur diminution graduelle à mesure qu'on s'élève dans l'atmosphère ont donné lieu à l'invention d'un précieux instrument appelé baromètre qui sert à deux fins principales, savoir : à mesurer l'état de l'atmosphère en un lieu déterminé quelconque ; et à mesurer les hauteurs. A la température de zéro centigade et au niveau de la mer, l'air normal sec produit une poussée égale à 760 millimètres ou 30 pouces anglais dans le tube barométrique. Toute diminution de cette hauteur accuse nécessairement une diminution de pression atmosphérique produite d'une manière ou d'une autre. On serait porté à croire que l'excès de vapeur d'eau dans l'atmosphère ajoute à son poids ; mais c'est le contraire qui est vrai, puisque la vapeur d'eau est d'un tiers moins pesante que l'air, et qu'elle en écarte les molécules sans pouvoir les pénétrer. Il s'ensuit donc qu'une colonne d'air humide est moins pesante qu'une même colonne d'air sec, et que, par conséquent, celle-là fera baisser la colonne de mercure dans le tube barométrique. Le même effet se produit par une augmentation de chaleur qui, dilatant les molécules de l'air, le rend moins dense et, par conséquent, cause une pression moindre. De même, en s'élevant au-dessus du niveau de la mer, la colonne d'air diminuant de hauteur, et par conséquent de densité, fait baisser le mercure du tube barométrique.

En effet, le simple bon sens fait croire que cette pression doit être moindre au sommet des montagnes qu'au bas des vallées et surtout au fond des puits, puisque la charge d'air diminue à mesure que l'on s'élève au-dessus du niveau de la mer. L'expérience confirme cette prévision, et la pression de 760 millimètres à Québec n'est plus que 735 au sommet du Mont-Royal (montagne de Montréal) et que 350 ou 21 pouces et demie à l'observatoire météorologique du mont Washington, dans le New Hampshire, qui est à 6230 pieds au-dessus du niveau de la mer. En règle générale, on compte que le baromètre baisse de 1 millimètre pour chaque élévation de 34 pieds ; mais cela n'est approximativement exact que pour une température de 12° C. et pour une altitude qui ne dépasse pas 1200 pieds, ou à peu près un quart de mille ; car à une hauteur plus grande, il faudrait s'élever de 38 pieds pour faire baisser le baromètre de 1 millimètre, à la même température de 12° C. Le changement, en plus ou en moins, de température, modifie aussi nota-

blement cette règle. Plus la température baisse, moins il faut s'élever pour faire baisser le baromètre de 1 millimètre. C'est le contraire quand la température augmente : ainsi à de faibles hauteurs, à 0° C., il ne faut s'élever qu'à 33 pieds pour produire cet effet, tandis qu'à une température de 30° (grande chaleur d'été), il faut atteindre 35 pieds pour produire le même effet.

On comprendra donc qu'il est possible de déterminer d'une manière très approximative et l'état du ciel et la hauteur des montagnes au moyen du baromètre. Pour cette dernière, on n'a qu'à suivre la formule bien connue de Laplace, ou celle, plus simple, de Babinet. On peut aussi employer la règle suivante qui n'est toutefois qu'approximative : Multipliez 55000 (qui est une constante de corrections barométriques), par la hauteur, en pieds, de la colonne du mercure au bas de la montagne, *moins* la hauteur du mercure au sommet de la montagne, divisée par la première, *plus* la seconde. Le produit sera la hauteur de la montagne ou la différence entre les deux stations, à la température de 55° Farenheit. A ce produit, ajoutez le coefficient $\frac{1}{440}$ (autre constante pour incrément de température), pour chaque degré au-dessus de 55°, soustrayez le même coefficient $\frac{1}{440}$ aussi, pour chaque degré au-dessous de 55 degrés Farenheit.

La colonne d'air est plus haute à l'équateur qu'à l'un ou l'autre pôle ; parce que la masse d'air qui entoure la terre, ayant—avec elle— un mouvement de rotation diurne, imprime à ses molécules une force centrifuge d'autant plus considérable que celles-là sont plus éloignées de l'axe de rotation. Or c'est à l'équateur où cette condition se rencontre ; c'est donc là ou la force centrifuge exerce son maximum d'énergie, et y produit ainsi un renflement considérable de l'atmosphère, Une autre cause de renflement additionnel de l'atmosphère à l'équateur, et, par contre, de son aplatissement aux pôles, provient de la chaleur solaire qui produit là une dilatation bien plus considérable que vers les pôles. Ces deux causes combinées donnent à la couche totale de l'atmosphère terrestre la forme d'un sphéroïde aplati aux pôles, comme l'est la terre elle-même ; mais avec cette différence que l'aplatissement de celle-ci est bien moins considérable que celle-là. D'après les calculs de Laplace, le rapport des axes de l'atmosphère à l'équateur et aux pôles est comme celui de 3 à 2 ; tandis que le rapport des axes de la terre est seulement comme 1 est à 0,99. Si la terre était absolument immobile sur son axe, l'atmosphère présenterait en vertu des lois de la gravitation, une surface externe à peu près sphérique. Quoique la colonne atmosphérique soit beaucoup plus haute à l'équateur que

partout ailleurs, elle n'en acquiert pas pour cela une plus grande pesanteur; au contraire, elle y est moindre, vu qu'elle se trouve, par le fait même de son propre renflement et de celui de la terre, plus éloignée du centre de gravité qui est le centre vrai de la terre. La perte en poids est de $\frac{1}{194}$ qui estla somme de deux pertes partielles dont l'une de $\frac{1}{590}$ qui provient de l'aplatissement aux pôles, et l'autre de $\frac{1}{289}$ qui est produite par la rotation de la terre sur son axe. C'est pour cette même raison qu'un homme qui pèse 200 livres à l'un des pôles ne pèse plus guère que 199 livres à l'équateur, ayant à peu près perdu une livre.

***

L'air est l'habitation des vents et des nuages. Comment les vents se produisent-ils? Ils sont produits par deux causes très différentes, savoir: la chaleur du soleil et la rotation de la terre sur son axe. Nous avons appris que la chaleur dilate tous les corps; il dilate donc l'air atmosphérique qui, par ce moyen, accroît de volume.

Mais la chaleur qui nous vient du soleil est loin d'être la même sur tous les points du globe. Elle est la plus grande possible sur chacun des points de l'écliptique où l'astre dans sa révolution annuelle se trouve être en y projetant ses rayons verticalement; et la moindre possible à 90 degrés, nord et sud, de chacun de ces mêmes points-là, et où la ligne de projection des rayons solaires est la plus oblique. Il s'ensuit nécessairement, que l'air est plus dense ici que là, et comme la loi universelle et constante des corps gazeux est leur extrême dilatabilité, l'air froid des régions polaires se précipite avec plus ou moins de vélocité pour remplir les interstices moléculaires de l'air suréchauffé équatorial; tandis que cet air chaud, s'élevant de plus en plus, va, de son côté, remplacer les couches d'air froid des hautes latitudes. Il s'établit ainsi un courant de va-et-vient des pôles vers l'équateur, et *vice versâ*; mais non pas à angle droit, vu le mouvement de rotation de la terre de l'ouest à l'est qui s'opère en 24 heures, et qui est beaucoup plus accéléré à l'équateur —à peu près de 1525 pieds par seconde—qu'aux pôles où l'on peut dire que ce mouvement est nul. La direction de ces courants d'air est donc oblique, du nord-est et du sud-est vers la ligne équatoriale. C'est là ce qui constitue les vents alizés,—en anglais " trade winds; " parce que le commerce (*trade*) s'en sert très avantageusement pour naviguer entre les tropiques avec plus de célérité et de régularité. Les vents dits anti-alizés ont une direction toute contraire.

Telle est la théorie des vents dans sa plus simple expression.

Qu'ils soient d'une sorte ou d'une autre, ils ne sont autre chose qu'un simple déplacement d'air chaud et d'air froid. Quand le déplacement se fait très rapidement et avec une sorte d'impétuosité, il y a inévitablement un très grand vent,—un ouragan ou un cyclone, selon que ce grand vent balaie la terre ou la mer en ligne à peu près directe ou en tournant sur lui-même. C'est surtout dans ce dernier cas qu'il produit presque toujours, par ce mouvement rotatoire, ces effets effroyables de destruction qui par leur force presque irrésistible, n'ont rien de comparable parmi les divers phénomènes de la nature. A l'équateur, ou plutôt sur la ligne de l'écliptique, ainsi qu'aux pôles, il n'y a pas de vent proprement dits : ce sont les régions de calme presque absolu.

Les nuages se forment aussi dans l'air ; mais ils ont une origine tout-à-fait différente des vents : ceux-ci, comme nous venons de le voir, ne sont autre chose que l'air mis en mouvement plus ou moins rapide ; tandis que ceux-là sont le produit de la condensation de l'un des constituants de l'air atmosphériqne même—les vapeurs d'eau. Toutes les fois que ces vapeurs d'eau qui sont,—nous l'avons dit,—toujours présentes dans l'air en proportion assez variable, se trouvent être affectées par un vif courant d'air froid, elles se condensent plus ou moins soudainement et considérablement, et ainsi deviennent visibles sous forme de plaques ou de bandes floconneuses plus ou moins étendues et foncées, que les vents emportent dans la direction où ils tendent eux-mêmes. C'est ainsi que l'on voit parfois, aux régions équatoriales particulièrement, un ciel parfaitement pur apparemment, se couvrir presque soudainement d'épais nuages. Lorsque la condensation a été portée au point où l'air n'est plus capable de porter ces nuages dans son sein, il les laisse se précipiter, par leur propre poids, vers la terre sous forme de pluie, de neige ou de grêle.

R. P. J. CARRIER, C. S. C.

